

PAT-NO: JP02000000716A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000000716 A
TITLE: END MILL

PUBN-DATE: January 7, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMADA, AKIHIRO	N/A
TAKAMA, SHUNICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OSG CORP	N/A
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP10167246

APPL-DATE: June 15, 1998

INT-CL (IPC): B23C005/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an end mill obtaining excellent cutting performance to cut material such as aluminum.

SOLUTION: In a crosscut end mill 10, a rake angle α_1 of a peripheral cutting edge 12 is to be 15° - 25° , a margin of margin width $d=0.2$ or less is provided, gash machining is applied to an end cutting edge 16 so as to come in contact in a range of 75% or more of a corner R part 14, and a rake angle β_1 of the end cutting edge 16 is to be 15° - 25° . In case of an end-cutting end mill a rake angle of a peripheral cutting edge is to be 18° - 20° , gash machining is applied to an end cutting edge so as to come in contact including the whole periphery of a corner R part, a rake angle of the end cutting edge is to be 19° - 21° , a center recessed angle of the end cutting edge is to be 18° - 22° , and the end cutting edge is provided with a nick.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-716
(P2000-716A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 2 3 C 5/10		B 2 3 C 5/10	Z 3 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-167246

(22) 出願日 平成10年6月15日(1998.6.15)

(71) 出願人 000103367

オーエスジー株式会社

愛知県豊川市本野ヶ原三丁目22番地

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 山田 晃弘

愛知県新城市有海字丸山1-2 オーエス
ジー株式会社内

(74) 代理人 100085361

弁理士 池田 治幸 (外2名)

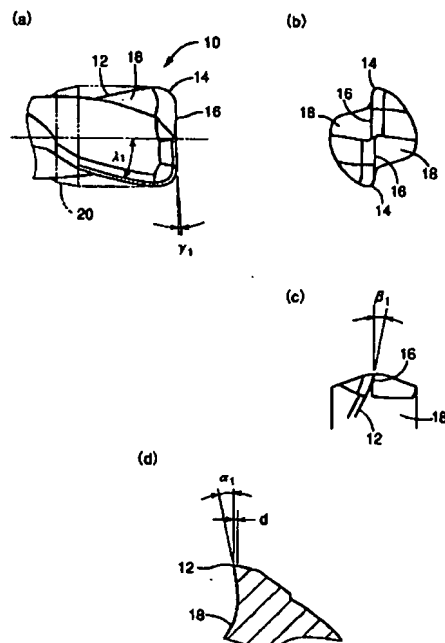
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンドミル

(57) 【要約】

【課題】 アルミニウム等の被削材に対して良好な切削性能が得られるエンドミルを提供する。

【解決手段】 横引き用のエンドミル10において、外周刃12のすくい角 α_1 を $18^\circ \sim 20^\circ$ とし、マージン幅 $d=0.02 \sim 0.08$ mmのマージンを設け、底刃16にはコーナR部14の全周を含んで刃当りするようにギャッシュ加工を施し、底刃16のすくい角 β_1 を $19^\circ \sim 21^\circ$ とする。たて彫り用のエンドミルの場合には、外周刃のすくい角を $18^\circ \sim 20^\circ$ とし、底刃にはコーナR部の全周を含んで刃当りするようにギャッシュ加工を施し、底刃のすくい角を $19^\circ \sim 21^\circ$ とし、底刃の中心凹角を $18^\circ \sim 22^\circ$ とし、底刃にニックを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心と交差する方向へ相対移動させられることにより切削加工を行う横引き用のエンドミルであって、

外周刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、 0.2mm 以下の外周マージンを有し、コーナR部の75%以上の範囲に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内であることを特徴とするエンドミル。

【請求項2】 外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心方向成分を含む方向へ相対移動させられることにより切削加工を行うたて彫り用のエンドミルであって、

コーナR部の75%以上の範囲に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、底刃の中心凹角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、底刃にニックが設けられていることを特徴とするエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエンドミルに係り、特に、アルミニウム加工において優れた切削性能が得られるエンドミルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】(a) 外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心と交差する方向（例えば軸心と直角な方向）へ相対移動させられることにより切削加工を行う横引き用のエンドミルや、

(b) 外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心方向成分を含む方向（例えば軸心方向）へ相対移動させられることにより切削加工を行うたて彫り用のエンドミルが、各種の切削加工分野で多用されている。このようなエンドミルは、一般に外周刃のすくい角が $2^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 程度で、外周マージンは無く、底刃のすくい角は 3° 前後である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のエンドミルは、鋼切削に対しては良好な切削性能が得られるものの、アルミニウム等の被削材に対しては切りくず排出性能が悪く、必ずしも十分に満足できる切削性能が得られないという問題があった。

【0004】本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、アルミニウム等の被削材に対して良好な切削性能が得られるエンドミルを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、第1発明は、外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心と交差する

方向へ相対移動させられることにより切削加工を行う横引き用のエンドミルであって、外周刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、 0.2mm 以下の外周マージンを有し、コーナR部の75%以上の範囲に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内であることを特徴とする。

【0006】第2発明は、外周刃および底刃を有し、軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心方向成分を含む方向へ相対移動させられることにより切削加工を行うたて彫り用のエンドミルであって、コーナR部の75%以上の範囲に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、底刃の中心凹角が $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内で、底刃にニックが設けられていることを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】第1発明の横引き用のエンドミルは、好適には外周刃のすくい角が約 $18^{\circ} \sim 20^{\circ}$ で、外周マージンが約 $0.02\text{mm} \sim 0.08\text{mm}$ で、コーナR部の全周に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が約 $19^{\circ} \sim 21^{\circ}$ である。底刃の中心凹角は 1° 程度が好ましい。横引き用のエンドミルは、例えば軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心と直交する方向へ相対移動させられ、外周刃を主体として切削加工を行うものであるが、軸心と直角な方向の成分を含む方向、すなわち軸心と交差する方向へ相対移動させられるものであれば良い。

【0008】第2発明のたて彫り用のエンドミルは、好適にはコーナR部の全周に底刃ギャッシュの刃当りがあり、底刃のすくい角が $19^{\circ} \sim 21^{\circ}$ で、底刃の中心凹角が $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ で、底刃にニックが設けられている。ニックは、例えば開口幅が 1mm 程度で溝底角度が略 90° のV字形状のものが好適に設けられる。また、外周刃には、 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲内、更には $18^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲内ですくい角を設けることが望ましく、外周マージンは無いのが良い。たて彫り用のエンドミルは、例えば軸心まわりに回転駆動されつつ被加工物に対して軸心方向へ相対移動させられ、底刃を主体として切削加工を行うものであるが、軸心方向の成分を含む方向、すなわち軸心と交差する方向（直交する方向を除く）へ相対移動させられる場合であっても良い。

【0009】また、本発明のエンドミルは、アルミニウムやアルミニウム合金の切削加工に好適に用いられるが、アルミニウム以外の非鉄金属およびその合金等の切削加工に使用することもできる。

【0010】第1発明および第2発明の何れのエンドミルにおいても、外周刃は例えば $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 程度、更には $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 程度の所定のねじれ角で振じれたねじれ刃であることが望ましく、コーナR部の曲率半径は切削条件等に応じて適宜設定されるが、 0.5mm 以上であることが望ましい。外周刃の逃げ角（二番角）は9

°～11°程度が望ましく、底刃の逃げ角は4°～7°程度が望ましい。また、刃数は2枚が適当であるが、3枚刃以上のエンドミルに適用することも可能である。

【0011】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、第1発明の一実施例である横引き用のエンドミル10の先端部分を示す図で、(a)は軸心と直交する方向から見た正面図、(b)は(a)の右側面図、(c)は(b)の下側から見た正面図、(d)は外周刃12の断面形状(軸直角断面)を示す図である。このエンドミル10は2枚刃で、外周部に軸心に対して対称的に設けられた一対の外周刃12と、それ等の外周刃12にコーナR部14から連続して設けられた一対の底刃16とを備えており、外周刃12はねじれ溝18に沿って所定のねじれ角 λ_1 で軸心まわりに振じれている。ねじれ角 λ_1 は25°～35°の範囲内で、実施例では30°程度である。

【0012】上記外周刃12のすくい角 α_1 は15°～25°の範囲内で、実施例では18°～20°の範囲内であり、外周刃12のマージン幅dは0.2mm以下で、実施例では0.02～0.08mmの範囲内である。底刃16にはコーナR部14の75%以上、実施例では全周を含んで刃当りするようにギャッシュ加工が施され、その底刃16のすくい角 β_1 は15°～25°の範囲内で、実施例では19°～21°の範囲内である。また、コーナR部14の曲率半径は切削条件等に応じて適宜設定されるが、0.5mm以上であることが望ましい。外周刃12の逃げ角は9°～11°の範囲内で、底刃16の逃げ角は4°～7°の範囲内で、底刃16の中心凹角 γ_1 は1°±15'程度である。なお、このような刃部の後端、すなわちシャンク側には、軸心に対する傾斜角が5°程度のテーパ部20が設けられており、外周刃12はテーパ部20を含んで設けられている。

【0013】このようなエンドミル10は、アルミニウム或いはアルミニウム合金の側面加工等に好適に用いられ、高能率加工を行うことができるが、以下、本発明者等が行った試験結果について具体的に説明する。なお、以下の説明では、外周すくい角 α_1 などの記号については図1と同じであるが、使用するエンドミルの仕様は本*

* 発明品を含めて図1のエンドミル10と無関係である。

【0014】《試験1》試験1は、主に底刃すくい角(β_1)の大きさや底刃ギャッシュの刃当り量が切削性能に及ぼす影響を調べるためのもので、使用工具は、表1に示すA1～A5の5種類で、底刃すくい角(β_1)、底刃二番角(逃げ角)、および底刃ギャッシュは表1に示す通りであり、それ以外の仕様は共通で、何れも2枚刃のエンドミル、呼び18×R3(RはコーナR部の曲率半径)、首下50mm、刃長15mm、溝ねじれ角(λ_1)=30°、外周すくい角(α_1)=19°、外周マージン幅(d)=0.05mm、底刃の中心凹角(γ_1)=1°00'、ギャッシュ角=45°である。なお、これ等の使用工具A1～A5のうち、底刃すくい角(β_1)=20°で、底刃ギャッシュが刃当てR(全周)の「A2」が本発明品で、その他は比較品である。

【表1】

工具No	底刃すくい角	底刃二番角	底刃ギャッシュ
A1	20°	6°	刃当てなし
A2	20°	6°	刃当てR(全周)
A3	15°	6°	刃当て $\frac{1}{2}$ R
A4	10°	12°	刃当てなし
A5	10°	12°	刃当て $\frac{1}{2}$ R

【0015】(試験内容1)1番目の試験は、被削材A7050に対し、主軸回転数は20000(mi n^{-1})、切削油は水溶性切削油剤(ユシロEZ30)で、送り速度、切り込みAD(Axial Depth), RD(Radius Depth)は表2に示す通りの加工条件において、工具を軸心まわりに回転駆動しつつ軸心と直交する方向へ移動させることにより、図2に示す切削加工を行い、ワーク底面の浮き上がり量(形状)を調べた。図2の(a)はワーク(被削材)の平面図で、(b)は(a)の下側から見た正面図で、(a)の一点鎖線は工具移動経路を表しており、(b)の斜線部は切削除去される領域を表している。

【表2】

切削条件	送り速度(mm/t)	切り込み		加工後の板圧
		AD	RD(ラップ幅)	
A	0.1と0.2	3mm	10mm	3mm
B	0.075と0.125	0.5mm	10mm	2.5mm

【0016】(試験内容2)2番目の試験は、被削材A7050に対し、主軸回転数は20000(mi n^{-1})、送り速度(mm/t)=0.075, 0.125, 0.2、切り込みAD=5mm、切り込みRD=0.25D, 0.75D(Dは工具直径)、ダウンカット、切削油は水溶性切削油剤(ユシロEZ30)という※50

※加工条件において、工具を軸心まわりに回転駆動しつつ軸心と直交する方向へ移動させることにより、図3に示す側面切削加工を行い、面粗さや加工面の倒れ(図3の(b)参照)等を調べた。図3の(a)はワーク(被削材)の斜視図で、(b)は側面図であり、一点鎖線は切削加工前の形状で、実線は切削加工後の形状である。使用機械

は、マキノフライス製作所製「A55型」である。

【0017】(結果)試験内容1に関する詳しいデータは省略するが、板厚3mmの切削において、底刃ギャッシュを刃当りさせた工具NoA2、A5の浮き上がり量が少なく良好であった。軸方向切り込みAD=0.5mmの切削状況より、ADの切り込みを小さくした加工方法ではワークの剛性が不足し、加工精度が悪くなると判断できる。実際の加工では、軸方向切り込みの設定値を大きくすることが望ましい。ワーク底面の面粗さの比較で*

*は、総て4.68 μ mRy以下であったが、送り速度の遅い領域では底刃ギャッシュ刃当りのある工具NoA2、A5の粗さが小さく、送り速度の速い領域ではギャッシュ刃当りのない工具NoA1、A4の面粗さが小さい。

【0018】試験内容2の結果を表3に示す。表3の「ミスマッチ」は、NC制御装置の値と実測値との差で、「実負荷」は、切削加工時の主軸の回転負荷(最大値)から空転時の回転負荷を差し引いた値である。

【表3】

工具No	RD	送り (mm/分)	面粗さ (μ mRy)		ミスマッチ (mm)	倒れ (mm)	実負荷 (kW)
			側面	底面			
A1	0.25D	3000	2.7		0.002	0.025	0.77
		5000			0	0.032	1.11
		8000	3.6		0	0.045	1.72
	0.75D	3000	2.9	2.7	0.013	0.013	2.38
		5000			0.013	0.014	3.91
		8000	3.7	4.9	0.016	0.016	8.42
A2	0.25D	3000	1.8		0.0025	0.023	0.77
		5000			0	0.023	1.11
		8000	3.6		0	0.040	1.72
	0.75D	3000	1.9	3.3	0.006	0.007	2.39
		5000			0.007	0.010	3.91
		8000	3.4	5.2	0.007	0.011	8.42
A3	0.25D	3000	2.4		0.002	0.020	0.77
		5000			0	0.025	1.13
		8000	4		0	0.035	1.72
	0.75D	3000	2.5	3.6	0.0075	0.008	2.41
		5000			0.011	0.011	3.88
		8000	3.5	6.4	0.0155	0.016	8.21
A4	0.25D	3000	2.2		0.002	0.018	0.74
		5000			0	0.028	1.07
		8000	3.6		0	0.039	1.61
	0.75D	3000	2.2	3.0	0.006	0.010	2.34
		5000			0.009	0.010	3.74
		8000	3.5	6.4	0.007	0.013	8.18
A5	0.25D	3000	2.1		0	0.024	0.77
		5000			0	0.031	1.13
		8000	3.4		0	0.045	1.70
	0.75D	3000	4.8	2.9	0.005	0.006	2.45
		5000			0.006	0.008	3.91
		8000	5.2	4.4	0.007	0.009	8.49

【0019】上記試験内容1および2の結果をまとめたものが表4で、上2項目は試験内容1に関するもので、下の4項目は試験内容2に関するものである。表4の「○」は推奨、「△」は使用可、「×」は使用不可を表しており、「刃先強度」は、試験内容2の試験後の刃先のチップング状況を目視で判断したものである。かかる※40

※表4から、総合的には工具NoA2、A5が良好であるが、チップングを重視した場合、切削性能を損なわずに刃先強度を高める工具NoA2が優れている。なお、工具NoA4の主軸の回転負荷が小さいのは、チップングの影響が考えられる。

【表4】

		工 具 No				
		A1	A2	A3	A4	A5
底面切削浮き上がり量 3mmの時		△	○	△	△	○
底面粗さ	低速域	△	○	△	△	○
	高速域	○	○	△	○	○
側面切削	底面粗さ	○	△	△	△	○
	側面粗さ	○	○	△	○	△
ワーク倒れ	RD=0.25D	△	△	○	○	△
	RD=0.75D	△	○	△	△	○
主軸負荷 (kW)		△	△	△	○	△
刃先強度		×	○	△	×	△

【0020】《試験2》試験2は、主に外周すくい角 (α_1) や外周マージンの有無が切削性能に及ぼす影響を調べるためのもので、使用工具は、表5に示すB1～B8の8種類で、溝ねじれ角 (λ_1)、外周すくい角 (α_1)、外周マージン ($d=0.05\text{mm}$) の有無は表5に示す通りであり、それ以外の仕様は共通で、何れ*

*も2枚刃のエンドミル、呼び10、底刃すくい角 (β_1) = 4° 、底刃ギャッシュの刃当りは無しである。このように底刃ギャッシュによるコーナR部の刃当りが無い点で、これ等の使用工具B1～B8は何れも本発明品ではない。

【表5】

工 具 No	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
溝ねじれ角 ($^\circ$)	20	20	25	25	30	30	40	40
外周すくい角 ($^\circ$)	12	20	12	20	12	20	12	20
外周マージン	無	有	有	無	無	有	有	無

【0021】そして、被削材A7050に対し、主軸回転数 (min^{-1}) = 5000, 10000, 20000、送り速度 ($\text{mm}/\text{分}$) = 1000, 2000, 4000, 6000、切り込みAD=2.5mm, 5.0mm, 7.5mm、切り込みRD=5mm、ダウンカット、切削油は水溶性切削油剤 (ユシロEZ30) という加工条件において、工具を軸心まわりに回転駆動しつつ軸心と直交する方向へ移動させることにより、図4に示す側面切削加工を行い、主軸の回転負荷 (%) やびり振動の発生状況を調べた。使用機械は、マキノフライス製作所製「A55型」である。

【0022】結果は、表6に示す通りで、表中「※」印はびり振動の発生領域を表している。かかる表6から明ら※40

※かなように、外周マージンの無い工具NoB1、B4、B5、B8は何れも高速回転領域でびり振動が発生して好ましくない。工具NoB2とB3を比較すると、外周すくい角 (α_1) が 20° の工具NoB2の方が全域で回転負荷が同じか小さく、良好な切削性能が得られる。工具NoB6とB7を比較した場合も、外周すくい角 (α_1) が 20° の工具NoB6の方が全域で回転負荷が同じか小さく、良好な切削性能が得られる。また、工具NoB2と工具NoB6を比較すると、主軸回転数 (min^{-1}) が5000では殆ど差が無いが、10000、20000では、溝ねじれ角 (λ_1) が大きい工具NoB6の方が回転負荷が小さく、優れた切削性能が得られる。

【表6】

回転数 (min^{-1})	送り ($\text{mm}/\text{分}$)	AD (mm)	工 具 No.							
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
5000	1000	2.5	8.2	8.4	8.4	8.7	8.7	8.8	8.9	8.5
		5.0	10.3	10.5	10.8	9.9	10.2	10.3	10.8	9.9
	2000	2.5	9.9	9.8	9.9	9.9	10.0	10.2	10.6	9.8
		5.0	12.8	12.8	13.3	12.4	12.6	12.7	13.2	12.3
10000	2000	2.5	11.5	11.5	11.8	11.2	11.5	11.3	11.6	11.3
		5.0	12.7	13.1	13.5	※12.7	12.9	12.8	13.2	※13.0
	4000	2.5	12.7	12.7	13.0	12.2	12.7	12.5	12.9	12.4
		5.0	15.5	15.3	15.7	※14.9	15.4	14.9	15.8	15.3
20000	4000	2.5	※24.8	25.2	25.2	※24.3	※24.8	24.8	24.8	※24.4
		5.0	※26.8	27.0	27.4	※26.5	※26.6	26.3	26.7	※26.0
	6000	2.5	※26.7	26.6	27.0	※25.7	※26.2	26.1	26.3	※26.0
		5.0	※30.2	30.5	31.5	※29.8	※30.3	29.6	30.4	29.4

【0023】《試験3》試験3は、主に底刃すくい角 (β_1) が切削性能に及ぼす影響を調べるためのもので、使用工具は、底刃すくい角 (β_1) が 10° (工具NoC1) と 20° (工具NoC2) の2種類で、それ以外の仕様は共通で、何れも2枚刃のエンドミル、呼び $12 \times R2.5$ 、突き出し量 28mm 、溝ねじれ角 (λ_1) $= 30^\circ$ 、外周すくい角 (α_1) $= 19^\circ$ 、外周マージン幅 (d) $= 0.05\text{mm}$ である。なお、何れの工具も底刃ギャッシュによるコーナR部の刃当りはなく、この点で本発明品には含まれない。

【0024】そして、被削材A7050に対し、主軸回転数 (min^{-1}) $= 10000, 20000$ 、送り速度 ($\text{mm}/\text{分}$) $= 2000, 4000, 6000, 8000, 12000$ 、切り込みAD $= 3.0\text{mm}, 6.0\text{mm}$ 、切り込みRD $= 5\text{mm}$ 、切削油は水溶性切削油剤 *

* (ユシロEZ30) という加工条件において、工具を軸心まわりに回転駆動しつつ軸心と直交する方向へ移動させることにより、側面加工 (肩削り加工) を行い、主軸の回転負荷 (%) や切削音、びびり振動の発生状況を調べた。使用機械は、マキノフライス製作所製「A55型」である。

【0025】結果は、表7に示す通りで、切削音の欄の「◎」は良好、「○」は普通、「△」はやや悪いを意味しており、試験者の主観による判断である。また、「※」印はびびりの発生領域を表している。かかる表7から明らかなように、底刃すくい角 (β_1) が 20° の工具NoC2の方が、切削音、びびり振動、回転負荷の何れについても優れている。

【表7】

切 削 条 件				工 具 No			
回転数 (min^{-1})	送り ($\text{mm}/\text{分}$)	切り込み量		C1		C2	
		RD (mm)	AD (mm)	切削音	負荷 (%)	切削音	負荷 (%)
10000	2000	5	3.0	◎	12.3	◎	12.2
			6.0	○	14.6	○	14.2
	4000		3.0	○	13.9	○	13.6
			6.0	※ △	17.5	○	17.1
	6000		3.0	○	15.3	○	14.7
			6.0	※ △	20.2	※ △	19.7
20000	4000	5	3.0	◎	26.1	◎	26.8
			6.0	○	29.3	○	28.1
	8000		3.0	○	28.2	○	27.9
			6.0	※ △	34.5	※ △	32.7
	12000		3.0	※ △	30.8	○	29.9
			6.0	※ △	40	※ △	38.7

【0026】次に、第2発明について具体的に説明する。図5は、第2発明の一実施例であるたて彫り用のエンドミル30の先端部分を示す図で、(a) は軸心と直交する方向から見た正面図、(b) は(a) の右側面図、(c) は(b) の下側から見た正面図、(d) は外周刃32の断面形状 (軸直角断面) を示す図である。このエンドミル30は2枚刃で、外周部に軸心に対して対称的に設けられ※50

※た一對の外周刃32と、それ等の外周刃32に対してコーナR部34から連続して設けられた一對の底刃36とを備えており、外周刃32はねじれ溝38に沿って所定のねじれ角 λ_2 で軸心まわりに捩じれている。ねじれ角 λ_2 は $25^\circ \sim 35^\circ$ の範囲内で、実施例では 30° 程度である。

【0027】上記外周刃32のすくい角 α_2 は $15^\circ \sim$

25°の範囲内で、実施例では18°～20°の範囲内であり、外周刃32の-marginは無しである。底刃36にはコーナR部34の75%以上、実施例では全周を含んで刃当りするようにギャッシュ加工が施され、その底刃36のすくい角 β_2 は15°～25°の範囲内で、実施例では19°～21°の範囲内である。また、コーナR部34の曲率半径は切削条件等に応じて適宜設定されるが、0.5mm以上であることが望ましい。外周刃32の逃げ角は9°～11°の範囲内で、底刃36の逃げ角は5°～7°の範囲内で、底刃36の中心凹角 r_2 は15°～25°の範囲内で、実施例では18°～22°の範囲内である。底刃36にはまた、開口幅が1mm程度で溝底角度が略90°のV字形状のニック40が設けられている。このニック40は、一対の底刃36の異なる位置にそれぞれ一つずつ設けられている。

【0028】このようなエンドミル30は、アルミニウム或いはアルミニウム合金のたて彫り加工に好適に用いられ、高能率加工を行うことができるが、以下、本発明*

*者等が行った試験結果について具体的に説明する。なお、以下の説明では、外周すくい角 α_2 などの記号については図5と同じであるが、使用するエンドミルの仕様は本発明品を含めて図5のエンドミル30と無関係である。

【0029】《試験4》使用工具は、表8に示すD1～D4の4種類で、呼び、突き出し量、バックテーパ(mm/刃長)、外周-marginの有無、底刃外周凹角、底刃中心凹角(r_2)、底刃ギャッシュのコーナR部に対する刃当り(R全周)の有無、底刃ニックの有無は表8に示す通りであり、それ以外の仕様は共通で、何れも2枚刃のエンドミル、溝ねじれ角(λ_2)=30°、外周すくい角(α_2)=19°である。なお、これ等の使用工具D1～D4のうち、底刃中心凹角(r_2)=20°で刃当りが有り、底刃ニックが設けられている「D2」、「D4」は本発明品で、その他は比較品である。

【表8】

工具No	呼び	突き出し量	バックテーパ	外周-margin	底刃外周凹角	底刃中心凹角	刃当り	底刃ニック
D1	13XR3	63mm	0	有	1°	1°	無	無
D2	13XR3	63mm	0.02	無	0°	20°	有	有
D3	20XR3	85mm	0	有	1°	1°	無	無
D4	20XR3	85mm	0.02	無	0°	20°	有	有

【0030】そして、被削材A7050に対し、主軸回転数(min⁻¹)=10000、20000、送り速度(mm/分)=1000、2000、3000、4000、6000、切り込みRD=0.1D、0.25D、0.5D(Dは工具直径)、切削油は水溶性切削油剤(ユシロEZ30)という加工条件において、工具を軸心まわりに回転駆動しつつ軸心方向へ移動させるドリル加工を行うことにより、図6に示すたて彫り加工を行い、切削音や面粗さ、倒れ、主軸の回転負荷(最大値)などを調べた。使用機械は、マキノフライス製作所製「A55型」である。

※

【0031】結果は、表9および表10に示す通りで、表中の「切削音」の欄の「○」は普通、「△」は少し悪い、「×」は悪いを意味し、「面の状態」の欄の「○」は普通、「△ス」は普通+スジ、「×」はびびり面を意味している。また、「面粗さ」の単位は $\mu\text{m Ry}$ で、「倒れ」の単位は μm である。かかる表9、表10から明らかなように、工具NoD1とD2、D3とD4とを比較した場合、殆ど総ての項目で本発明品であるD2、D4の方が優れているか略同じで、面粗さなど所定の加工精度を維持しつつ高能率加工を行うことができる。

【表9】

回転数 (min^{-1})	送り ($\text{mm}/\text{分}$)	RD	工 具 No									
			D1					D2				
			切削音	面の状態	面粗さ	倒れ	負荷(%)	切削音	面の状態	面粗さ	倒れ	負荷(%)
10000	1000	0.1D	○	×	2.9	3	15.75	○	○	1.8	6	16.13
		0.25D	○	×	5.2	11	18.45	○	○	2.7	4	18.45
		0.5D	△	△ス	5.6	14	22.88	△	○	2.2	15	22.88
	2000	0.1D	○	○	3.2	6	16.5	○	○	3.2	8	16.65
		0.25D	○	△ス	9.4	12	21.15	○	○	3.1	9	20.63
		0.5D	△	△ス	8.3	28	28.5	△	○	3.3	10	26.4
	3000	0.1D	○	○	3.2	9	17.25	○	○	2.8	7	17.63
		0.25D	○	△ス	8.4	19	23.63	○	○	3.3	16	22.95
		0.5D	×	△ス	8	32	33.75	×	○	3.2	48	33
20000	2000	0.1D	○	△ス	2.1	4	36.38	○	○	1.8	6	36.23
		0.25D	○	△ス	2.7	14	39.38	○	○	2.2	4	38.7
		0.5D	△	△ス	5.2	16	45.9	△	○	1.8	9	45
	4000	0.1D	○	○	2.6	5	37.5	○	○	3.2	5	36.98
		0.25D	○	△ス	1.8	13	43.5	○	○	6.6	11	42.38
		0.5D	△	△ス	6.7	32	57.75	△	○	3.2	30	55.88
	6000	0.1D	○	○	1.9	5	38.25	○	○	2.3	4	38.03
		0.25D	△	△ス	2.4	22	45.9	○	○	3.7	18	45.98
		0.5D	△	△ス	10.6	48	67.5	△	○	6.5	52	62.33

【表10】

回転数 (min^{-1})	送り ($\text{mm}/\text{分}$)	RD	工 具 No									
			D3					D4				
			切削音	面の状態	面粗さ	倒れ	負荷(%)	切削音	面の状態	面粗さ	倒れ	負荷(%)
10000	1000	0.1D	○	○	2.1	6	17.63	○	○	7.4	6	17.18
		0.25D	○	△ス	9.1	22	22.88	○	○	3.4	10	21.38
		0.5D	×	△ス	2.8	44	32.78	×	○	3.2	48	30.38
	2000	0.1D	○	○	2.2	14	19.28	○	○	2.5	7	18.68
		0.25D	○	△ス	6.1	18	29.78	△	○	3.7	18	26.63
		0.5D	×	△ス	2.3	68	44.93	×	△ス	2.2	58	41.33
	3000	0.1D	○	○	1.9	18	21.38	○	○	2.4	8	20.33
		0.25D	○	△ス	5.9	24	35.03	△	○	2.8	30	30.83
		0.5D	×	△ス	2.5	105	54.83	×	△ス	—	74	50.63
20000	2000	0.1D	○	○	3.5	8	37.95	○	○	2.4	10	37.5
		0.25D	○	△ス	6.4	18	46.5	○	○	2	6	42.75
		0.5D	△	△ス	5.8	28	64.58	△	○	3.6	56	60.45
	4000	0.1D	○	○	3.6	12	40.5	○	○	3.2	12	39.75
		0.25D	△	○	5.8	26	57.75	△	○	2.4	26	54
		0.5D	停止	△ス	10.6	—	—	△	△ス	5	84	80.5
	6000	0.1D	○	○	1.9	11	42.75	○	○	2.2	8	42
		0.25D	△	○	7.2	24	68.7	△	○	8.1	36	61.95
		0.5D	停止	—	—	—	—	停止	△ス	12.1	—	—

【0032】図7の(a)は、前記《試験2》の結果から外周すくい角(α_1)が 20° の場合(実線)と 12° の場合(破線)の排出量(切削量)と主軸動力(負荷)との関係求めた一例を示す図で、(b)は同じく《試験2》の結果から外周マージン有りの場合(実線)と無しの場合(破線)の排出量と主軸動力との関係求めた一例を示す図で、(c)は《試験1》の結果から底刃ギャッシュのコーナR部の刃当り(R全周)有りの場合(実線)と無しの場合(破線)の排出量と主軸動力との関係求めた一例を示す図で、(d)は《試験3》の結果から底刃すくい角(β_1)が 20° の場合(実線)と 10° の場合(破線)の排出量と主軸動力との関係求めた一例を示す図で、(e)は《試験4》の結果から底刃ニックが有りの場合(実線)と無しの場合(破線)の排出量と主軸動力との関係求めた一例を示す図である。何れの*50

*場合も、本発明の範囲内である方が主軸動力が少なくて済み、高能率加工が可能であることが判る。

【0033】以上、本発明の実施例および試験結果を図面に基づいて詳細に説明したが、これ等はあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【0034】

【発明の効果】以上詳述したように、第1発明および第2発明のエンドミルは、何れもアルミニウム或いはアルミニウム合金等の被削材に対する切削性能が総合的に向上し、面粗さなどの加工精度を維持しつつ主軸回転数や送り速度を速くして高能率加工を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1発明の一実施例である横引き用のエンドミ

15

ルの先端部を示す図である。

【図2】横引き用エンドミルを用いて切削試験を行う際の切削内容を説明する図である。

【図3】横引き用エンドミルを用いて切削試験を行う際の別の切削内容を説明する図である。

【図4】横引き用エンドミルを用いて切削試験を行う際の更に別の切削内容を説明する図である。

【図5】第2発明の一実施例であるたて彫り用のエンドミルの先端部を示す図である。

【図6】たて彫り用エンドミルを用いて切削試験を行う際の切削内容を説明する図である。

【図7】各種の試験結果から外周すくい角(α_1)の大きさ、外周マーギンの有無、コーナR部の刃当りの有

16

無、底刃すくい角(β_1)の大きさ、底刃ニックの有無が、排出量と主軸動力との関係に与える影響を調べた結果を示す図である。

【符号の説明】

10、30：エンドミル

12、32：外周刃

14、34：コーナR部

16、36：底刃

40：ニック

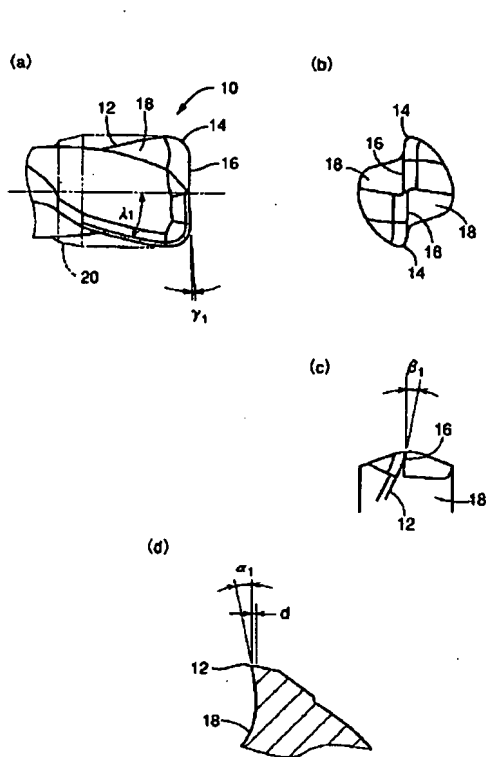
10 α_1 、 α_2 ：外周刃のすくい角

β_1 、 β_2 ：底刃のすくい角

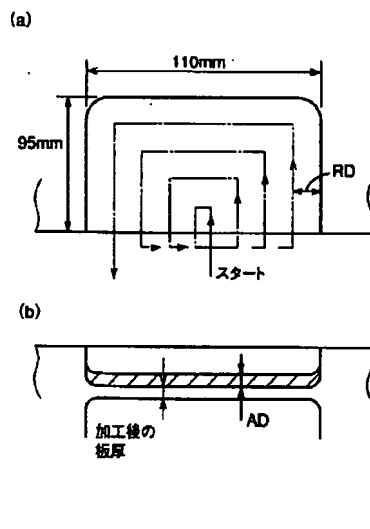
r_1 、 r_2 ：底刃の中心凹角

d：外周刃のマーギン幅

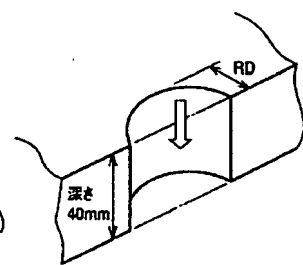
【図1】



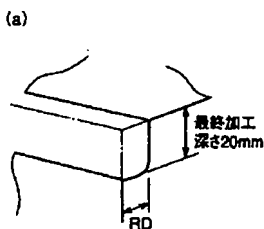
【図2】



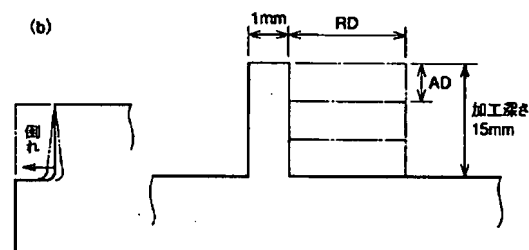
【図6】



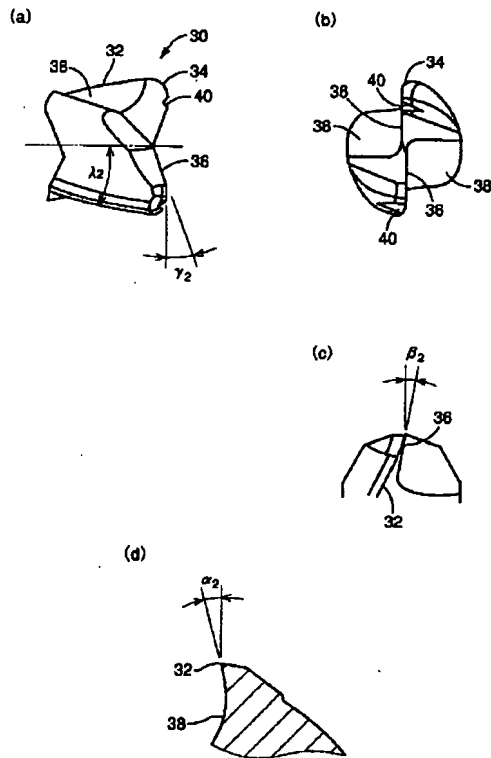
【図3】



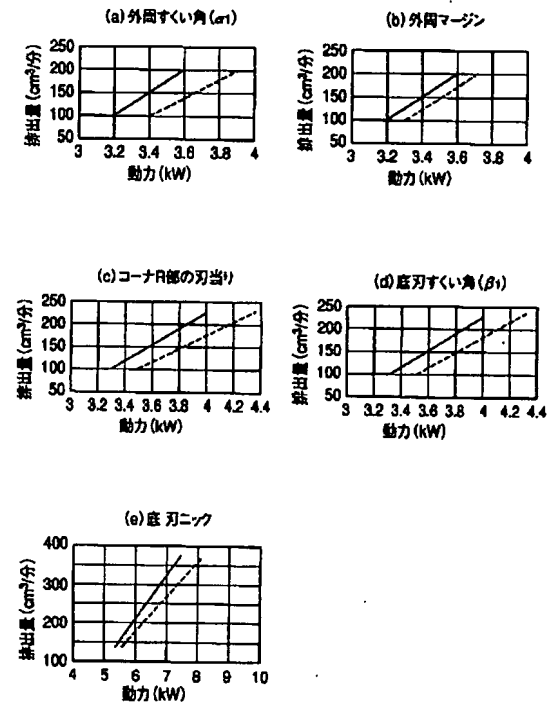
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 高間 春一
愛知県名古屋市中区大江町10番地 三菱重
工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作
所内

Fターム(参考) 3C022 KK01 KK06 KK16 KK23 KK25
MM12 MM13